

# **Análisis de las medidas de integración paisajística utilizadas en las autopistas españolas**

**Manuel Loro Aguayo**

**Belén Martín Ramos**

Investigadores, TRANSyT Universidad Politécnica de Madrid, España

**Isabel Otero Pastor**

**Rosa M. Arce Ruiz**

Profesoras Titulares, TRANSyT Universidad Politécnica de Madrid, España

**Ignacio Cañas Guerrero**

Catedrático, Universidad Politécnica de Madrid, España

## **RESUMEN**

Durante la explotación de autopistas, las concesionarias encargadas de su gestión invierten importantes cantidades de dinero en conservación de medidas de integración paisajística y en la aplicación de nuevas medidas. En el presente artículo se propone la aplicación de una metodología, encaminada a determinar la efectividad de las principales medidas de integración paisajística, adaptadas a la fase de explotación de la infraestructura.

El Centro de Investigación de Transporte de la Universidad Politécnica de Madrid (TRANSyT-UPM) y el departamento de construcción y Vías Rurales participan en el proyecto de investigación OASIS. El objetivo de esta investigación es contribuir a definir un nuevo modelo integrado de concesión, que permita una gestión óptima de las autopistas de peaje para todos los agentes implicados.

Entre todos los aspectos que contribuyen a la sostenibilidad de una carretera, los relacionados con la integración de la infraestructura en el paisaje son el objetivo del presente trabajo. En él se ha realizado un análisis de las diferentes medidas de integración, que se utilizan en las autopistas y autovías españolas. Para ello, se ha realizado una revisión bibliográfica de la normativa, la documentación científica, las guías y demás recomendaciones en este ámbito, y de un inventario fotográfico que recoge las medidas de restauración y los paisajes observados en las diferentes vías. Para evaluar la efectividad conseguida con estas medidas de integración, se han empleado métodos de valoración de atributos del paisaje antes y después de aplicar las distintas medidas, buscando la solución de problemas concretos.

Como resultado, se ha obtenido la identificación de las variables medioambientales clave en la integración de las autopistas en el paisaje, los aspectos de diseño más adecuados y las medidas de integración paisajística más efectivas, así como ejemplos de buenas y malas prácticas. Estos resultados servirán de entrada para la siguiente fase del proyecto OASIS, la cual consiste en desarrollar una metodología de evaluación de la integración paisajística de las autopistas, que sea de utilidad para las empresas concesionarias.

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Según la Convención Europea del paisaje (Florencia 2000), es prioritaria la consideración del paisaje como estrategia para cualificar las infraestructuras.

La labor de integración paisajística de una autopista o una autovía no acaba en la fase de construcción de la infraestructura, sino que en muchas ocasiones, las concesionarias encargadas de su gestión y mantenimiento mejoran dicha integración.

Fruto del interés por mejorar su labor de integración paisajística, nace el proyecto OASIS (Operación de Autopistas Seguras Inteligentes y Sostenibles), promovido por el Grupo OHL, el Grupo ACS, y con la colaboración principal de Iridium, Grupo de Gestión de Infraestructuras Abertis, Indra y Sice. Uno de los muchos objetivos de este proyecto es evaluar el potencial de integración paisajística de las autopistas que gestionan.

El reto principal al que se enfrenta esta investigación es definir qué se considera una buena integración de la carretera en el paisaje. Según Gómez Orea, “insertar la obra en su paisaje circundante, favoreciendo las concordancias y evitando las estridencias de cualquier tipo” es la mejor manera de buscar una buena integración, que según Español (2008) es “aquella que establece, mantiene y consolida las facetas ambientales, territoriales, escénicas y estéticas del paisaje”.

La circulación por una vía que queda bien integrada en el entorno refuerza sobre el usuario la sensación de confort, de calidad final de obra y de seguridad, mientras que en los casos en que hay, por ejemplo, presencia de grandes taludes o superficies sin tratar se generan impactos y, a la vez, se motivan incertidumbres relacionadas con el acabado de las obras, la estabilidad de la superficie, e incluso sobre la gestión de la propia obra (Herrera, R., 2010).

Este documento recoge la metodología diseñada y aplicada para valorar cuantitativamente la mejora del paisaje conseguida tras la aplicación de medidas de integración en escenarios modificados mediante fotomontaje. Con esta metodología se pretende definir cuándo se consigue una buena integración paisajística.

## 2. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Según Paños (2008), existen diferentes líneas en las consideraciones paisajísticas en carreteras: las que plantean diseños encaminados a respetar el carácter o identidad del paisaje, manteniendo lo que se establece como *sense of place* (sensación del lugar); las que, desde distintos ángulos, se centran en conseguir una estética integral del conjunto carretera-paisaje equilibrando el aspecto de ambas partes y su relación y, finalmente, los planteamientos que resaltan la capacidad de la carretera de transmitir la información

suficiente al conductor del vehículo para lograr una conducción segura (Rico, E. 2005).

Muchos países tienen recomendaciones propias para el diseño paisajístico de sus carreteras (EE.UU, Reino Unido, Nueva Zelanda), sin embargo en España no existe ningún tipo de referencia del tratamiento paisajístico en la fase de explotación, si bien si existen algunas para su diseño y ejecución tales como: *Recomendaciones técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles* (GIASA. 2006), *Impacto ambiental de carreteras, Evaluación y restauración* (Comunidad de Madrid. 1999), *La carretera en el paisaje, Criterios para su planificación, trazado y proyecto* (Junta de Andalucía. 2008), *Impacto ambiental de las líneas de alta velocidad, Medidas preventivas correctoras y compensatorias* (CCCP. 2002), *Libro de estilo de las carreteras catalanas* (GISA. 2009).

La creación de recomendaciones adaptadas a la fase de explotación y a los paisajes españoles, puede ser una herramienta muy útil para los gestores de autopistas y autovías. Actualmente, el técnico especialista de la concesionaria se enfrenta al problema de escasez presupuestaria para iniciar nuevos proyectos de integración paisajística, dificultad para justificar el éxito paisajístico que su propuesta va a conseguir y la escasa disponibilidad de herramientas que le permitan conocer cómo sus soluciones de integración serán valoradas por el usuario en caso de ser ejecutadas.

### **3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

#### **3.1. RECOLECCIÓN DE DATOS**

El trabajo de campo ha consistido en realizar una visita a la mayor parte de las autopistas y autovías, cuya concesión corresponde a las empresas que participan en el paquete de trabajo 7 del proyecto OASIS. Se han excluido del estudio aquellas infraestructuras que están en construcción actualmente, aquellas cuya longitud es inferior a 10 Km y las autopistas AG 56 (Santiago de Compostela), AP 71 (León Astorga) y AP4 (Sevilla Cádiz) por encontrarse en una situación geográfica muy alejada del resto de las zonas de estudio. Tampoco se ha incluido en este estudio la M 45 por su carácter urbano. En total se visitaron 1.636 km de carreteras, en ambos sentidos, lo que supone aproximadamente un 90% del total de los kilómetros de autopistas y autovías que gestionan las concesionarias implicadas en este paquete de trabajo del proyecto OASIS (ver Fig. 1).



**Fig. 1 – Carreteras estudiadas en el inventario realizado**

La primera fase del trabajo consistió en recorrer las carreteras en ambos sentidos, para realizar un inventario fotográfico de los paisajes que se ven desde las autopistas. El objetivo de las fotografías fue registrar los cambios de paisaje, que se aprecian al ir recorriendo las carreteras. Además, también se tomaron fotos de las áreas de descanso y servicio y, de los elementos de integración que fueron identificándose a lo largo de los recorridos efectuados. Cada fotografía realizada fue acompañada con un registro de su posición mediante la utilización de un GPS, por lo que además de un inventario fotográfico se obtuvo también uno geográfico.

Otros aspectos que han sido recogidos en la fase de inventariación, son las distintas medidas de integración observadas en las autopistas, y las zonas donde este tipo de medidas podrían incorporarse con relativa facilidad. Dada la diversidad de medidas de integración existentes en las autopistas españolas o la necesidad potencial de estas, en esta primera fase de inventario solamente se han registrado aquellos puntos destacados por su diversidad, efectividad o la destacada ausencia de las mismas.

### ***3.2. SELECCIÓN DE LAS PRINCIPALES MEDIDAS DE INTEGRACIÓN A EVALUAR***

A partir de esta revisión, se han seleccionado aquellas medidas que presentan un mayor potencial de aplicación real durante la fase de mantenimiento en autopistas ya construidas.

A continuación, se agrupan las diferentes medidas de integración que se han tenido en cuenta en el estudio:

Medidas de integración	Parámetros analizados
Drenajes	Mejora de la integración mediante encachados
Pantallas sónicas	Transparencia, mimetismo con el entorno, ruptura de la linealidad, evitar efecto túnel, sustitución por motas con vegetación
Pasos superiores	Análisis de metodologías de plantación, barreras, elementos constructivos.
Áreas de descanso/servicio	Orientar las plantaciones existentes para favorecer la apreciación del paisaje circundante por parte de los usuarios.
Bocas de túnel/ Falsos túneles	Actuaciones en taludes, plantaciones, tratamientos de envejecimiento de rocas
Medianas	Analizar errores de plantación y su función como elemento de redirección de la atención del observador
Pantallas vegetales	Evaluar su eficacia integradora, analizar su efectividad como elemento de seguridad vial

**Tabla 1 – Principales medidas de integración evaluadas durante la investigación**

Las medidas de integración paisajística se han evaluado desde un enfoque del paisaje desde el interior, es decir, analizando el paisaje tal y como lo aprecia el usuario de una carretera.

### 3.3 SELECCIÓN DE ESCENARIOS

La introducción de nuevos elementos en el paisaje puede generar nuevos contrastes o garantizar nuevas extensiones alterando tan radicalmente el paisaje, que se pueda pensar que no exista relación entre el paisaje anterior y el paisaje alterado (Español, 1998). Gracias a la creación de *fotocomposición infográfica*, se pretende evaluar ese proceso. A partir de paisajes alterados, se han incluido todos los elementos técnicamente viables para conseguir reducir dicha alteración. La principal ventaja de esta técnica es que permite “clonar” elementos de la propia fotografía, conservando el color y la textura en el grado de saturación e iluminación adecuados. El único problema de esta técnica es que los elementos a incluir en el montaje están muy condicionados a que aparezcan en la fotografía original.

Esta limitación se ha reducido considerablemente con la aparición de potentes softwares de tratamiento fotográfico, los cuales permiten introducir elementos ajenos a la foto original, consiguiendo un buen nivel de realismo final en la composición (Fig. 2 y 3).

De esta manera, se han establecido 3 enfoques de integración paisajística en cada uno de los retos paisajísticos analizados. Sus principales características son las siguientes:

Tipo de modificación	Enfoque	Ejemplos
Intensidad de intervención baja	Bajo coste y máxima simplicidad	Hidrosiembras , plantación de matorral en los márgenes
Intensidad de intervención media	Mejora en la calidad de las plantaciones	Pantallas vegetales, bosquetes, diversificación de especies vegetales, revegetación de medianas
Intensidad de intervención alta	Actuación sobre construcciones de la infraestructura	Encachados de muros, drenajes, estribos. Cambio de color de elementos

**Tabla 2 – Enfoque de las modificaciones realizadas en las fotocomposiciones.**





**Fig. 2 – Paso superior en estudio en la autopista CM42 Autovía de los Viñedos, pk 11.**



**Fig. 3 – Fotocomposición infográfica con intensidad de modificación media.**

#### **4 METODOLOGÍAS DE VALORACIÓN DEL PAISAJE**

##### **4.1 METODOLOGÍA EXISTENTE**

El procedimiento utilizado para evaluar la calidad del paisaje en cada foto fue el método desarrollado en el trabajo *“La carretera como valor paisajístico y medioambiental: Captación del valor del paisaje a través de la carretera”* (Otero et al., 2006). La metodología se basa en otra desarrollada previamente en los trabajos de Cañas (1995). En él se valoran atributos físicos (presencia de agua, forma del terreno, tipo de vegetación, presencia de nieve, presencia de fauna y usos del suelo); atributos estéticos (forma, color y textura) y atributos psicológicos (unidad y expresión).

Esta metodología ha sido seleccionada por su alto potencial para predecir la respuesta de los distintos observadores ante cambios del paisaje, tal y como se demostró con las investigaciones realizadas por Cañas (2009). Al realizar las modificaciones infográficas en las fotos, se ha podido comprobar cómo iban variando las distintas valoraciones de calidad paisajística al aplicar el citado método. Pero el método no sólo ha servido para realizar la valoración de las fotos, sino que al analizar las medidas de integración paisajística que podrían aplicarse ante los diferentes retos, ha permitido sopesar sobre qué parámetros se podría incidir para obtener una puntuación más alta, es decir, una mejora del paisaje.

De esta manera, se ha analizado en qué tipo de paisajes las medidas de integración son más eficaces, qué tipo de medidas hacen que aumente la calificación del paisaje, y sobre qué parámetros estéticos debe incidir cada una de ellas.

## 4.2 SOLUCIONES DE INTEGRACIÓN EVALUADAS

A partir de la bibliografía consultada y el análisis de las fotografías tomadas durante el inventario de autopistas y autovías, se han planteado los siguientes retos de integración para analizar la metodología propuesta:

Solución	Problemática analizada	Solución propuesta
S1	Pantalla sónica con grafitis en entorno urbano	Incorporación de elementos de color a la pantalla
S2	Visión de naves en paisaje montañoso	Pantalla vegetal de árboles de varias especies
S3	Talud de 40 m de alto y 150 m de largo	Revegetación de talud con pinos
S4	Paso superior con hidrosiembra y barandilla roja	Bosquetes de pinos. Selección de colores miméticos
S5	Visión de chalets muy próximos a la autopista. Talud de montañas con bosques	Inclusión de mota con arbolado para creación de pantalla visual y vegetal
S6	Visión de pantalla sónica opaca de color azul en entorno de dehesa	Ocultación de pantalla sónica con plantaciones de matorral y arbolado
S7	Visión de naves en paisaje montañoso. Taludes hidrosembados. Boca de túnel	Ocultación de naves con pantallas vegetales. Plantaciones de matorral en taludes.
S8	Gunitado en la entrada de túnel	Pigmentación del gunitado con colores miméticos
S9	Tramo en trinchera en una zona de bajada con buena visión del paisaje con elementos culturales destacados. Taludes hidrosembados.	Plantaciones de matorral en taludes y en mediana para guiado, pantallas vegetales que dirigen la atención del conductor hacia los elementos culturales de interés
S10	Taludes de roca y paso superior con taludes sin vegetación	Plantaciones de matorral en taludes y bosquetes de pinos, plantaciones en mediana para facilitar el guiado, plantación de matorrales en los márgenes
S11	Motas sin vegetación con fondo escénico de llanura con pinares	Plantaciones de pinos en la mota, continuando los pinares de la zona
S12	Falso túnel con trazos rectos. Boca del túnel pintada de colores. Taludes hidrosembados	Reperfilado del falso túnel para darle sensación de naturalidad, plantaciones de arbolado y matorral en talud, eliminación de los colores en la boca del túnel

**Tabla 3: Retos de integración analizados y soluciones planteadas.**

## 4.3 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN A LAS MEDIDAS DE INTEGRACIÓN

Tras realizar la evaluación de las soluciones de integración propuestas, se ha obtenido dos situaciones en las que su aplicación permitiría mejorar en dos niveles la calidad del paisaje en ese punto (S1 y S12), seis soluciones que mejorarían la calidad del paisaje en un nivel (S2, S4, S5, S6, S8 y S9), y cuatro soluciones que no mejorarían la calidad paisajística de forma destacada ya que no se saltaría a otra clase (S3, S7, S10 y S11).

Solución	Mejora de calidad (%)	Calidad paisaje: Inicial->Final	Parámetros alterados con la evaluación de la fotocomposición
S1	69,4	Degradados a Mediocres (2 niveles)	Vistas y Color
S2	16,67	Mediocres a Buenos (1 nivel)	Vegetación y Alteraciones
S3	7,36	Mediocres a Mediocres (sin cambios).	Alteraciones
S4	17,32	Mediocres a Buenos (1 nivel)	Color y Alteraciones
S5	45,63	Deficientes a Mediocres (1 nivel)	Usos suelo, Color, Alteraciones
S6	15,22	Mediocres a buenos (1 nivel)	Color y Alteraciones
S7	3,77	Notables a Notables (sin cambios)	Alteraciones
S8	22,22	Mediocres a Buenos (1 nivel)	Alteraciones
S9	26,64	Mediocres a Buenos (1 nivel)	Vegetación, Color, Alteraciones
S10	8,18	Mediocres a Mediocres (sin cambios)	Alteraciones
S11	19,57	Mediocres a Buenos (sin cambios)	Vegetación, Color, Alteraciones
S12	40,00	Mediocres a Notables (2 niveles)	Vegetación y Color

**Tabla 4: Resultados de calidad paisajística tras la aplicación de soluciones de integración paisajística, evaluada mediante la metodología desarrollada por Cañas (1995).**

## 5. CONCLUSIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES+

La aplicación de la metodología desarrollada por Cañas (1995) para la estimación de la calidad paisajística es una interesante herramienta para evaluar las distintas soluciones integradoras, recomendadas por las publicaciones existentes en este campo. El principal problema detectado en este tipo de publicaciones es la generalización de las soluciones propuestas, sin tener en cuenta el paisaje de una manera concreta. Tras el análisis realizado, se ha detectado que la aplicación de una misma medida de integración tiene resultados diferentes, en función del paisaje de cada zona. Por ello, la combinación de esta metodología con técnicas de *fotocomposición infográfica* permite comprobar si las medidas encaminadas a mejorar el paisaje, serán o no apreciadas por el usuario de la autopista o autovía en cada caso concreto.

El proceso de investigación de la tarea 7.1 del proyecto OASIS continua su desarrollo. En la actualidad, se está preparando una encuesta on-line para comprobar que las valoraciones realizadas con esta metodología, coinciden con la valoración del público en general. En función de los resultados que se obtengan, la metodología deberá adaptarse en mayor o menor medida, incidiendo en aquellos parámetros de valoración que muestren resultados poco concluyentes.

En la última fase de este proyecto de investigación se va a elaborar un conjunto de propuestas que sirvan como orientación para la explotación de las autopistas con criterios de integración paisajística, de acuerdo con las conclusiones obtenidas en el desarrollo de la línea de investigación. La elaboración de indicadores cuantitativos que relacionen la mejora paisajística conseguida en diferentes situaciones, permitirá desarrollar una guía de recomendaciones diferente a las publicadas hasta ahora.

## REFERENCIAS

- CAÑAS, I., (1995). *Introducción al Paisaje*. Unicopia. Madrid.
- CAÑAS, I., AYUGA E., AYUGA F. (2009). A contribution to the assessment of scenic quality of landscapes based on preferences expressed by the public. *Land Use Policy* 26 (2009) 1173–1181.
- ESPAÑOL, I. (1998). *Las obras públicas en el paisaje*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Madrid.
- ESPAÑOL, I. (2008). *La carretera en el paisaje*. Centro de Estudios Paisaje y Territorio. Consejería de Obras Públicas y transportes. Junta de Andalucía. Sevilla.
- GÓMEZ OREA, D. (2004). *Recuperación de Espacios Degradados*. Mundiprensa, Madrid.
- HERRERA, R., RAMAJO, L. (2003). Manual de recomendaciones de restauración paisajística. *7-10 Octubre 2003*. Congreso Andaluz de Carreteras. Sevilla.
- OTERO, I. CAÑAS, I., ESPARCIA, P., NAVARRA, M., MARTÍN M<sup>a</sup> C., ORTEGA E., (2006). La carretera como elemento de valor paisajístico y medioambiental. Captación del valor del paisaje a través de la carretera. *Informes de la Construcción*, Vol. 58, 504, 39-54.
- PAÑOS, D. (2008). Proyecto OASIS: hacia la planificación sostenible de infraestructuras. *Planificación sostenible de las infraestructuras de transporte, 1-5 Diciembre 2008*, ponencia 6. OHL-Concesiones, Congreso Nacional del Medioambiente. Madrid.